

ALLOMETRISCHE UNTERSUCHUNG DES WACHSTUMS DER HAND BEI 7–14JÄHRIGEN KINDERN

Von
GY. GYENIS

Lehrstuhl für Anthropologie der Eötvös Loránd

Universität, Budapest

Eingegangen: 22. August 1970

Einleitung

Während des Wachstums verändern sich die einzelnen Körperteile nicht proportioniert, sondern in ungleichem Tempo. Diese Erscheinung wird allometrisches Wachstum genannt, das laut Huxley und Teissier (1936) sich durch die folgende Gleichung ausdrücken läßt:

$$y = bx^a,$$

wo x und y die Größe des Körpers, oder des einen Körperteiles ist, a und b die Parameter der die Verbindung zwischen diesen ausdrückenden Gleichung (wo $a > 0$ und $b > 0$) bedeuten. Wenn $a > 1$, so sprechen wir von einer positiven Allometrie, d.h. y wächst rascher als x . Ist $a < 1$, so besteht eine negative Allometrie, also x wächst rascher als y . Im Falle, wenn $a = 1$, ist das Wachstum isometrisch, also x und y wachsen proportioniert. In der Praxis gebrauchen wir die Gleichung in logarithmischer Form:

$$\log y = \log b + a \log x.$$

Bezeichnet: $a = \operatorname{tg} \alpha$, wo α der von der Achse $\log x$ und von der allometrischen Gleichung eingeschlossene Winkel ist.

Die allometrische Forschung ist trotz ihrer vielseitigen Anwendbarkeit (Röhrs 1961) in der Anthropologie dennoch viel weniger verbreitet als auf dem Gebiete der Zoologie. Vorliegende Studie erzielt die allometrische Untersuchung des Wachstums der Hand bei 7–14jährigen Kindern.

Untersuchungsmaterial, -methode und -ergebnisse

Meine Untersuchungen wurden in den Monaten April–Juni 1968 in den Ortschaften Kiskunlacháza und Dömsöd (Ungarn, Komitat Pest) durchgeführt. Es wurden die Handmaße von insgesamt 1228 Kindern – 647 Knaben und 581 Mädchen (laut der Methode von Schlagin-

h a u f e n 1932), — ferner ihrer Körpergröße gemessen. Die metrischen Angaben teile ich für beide Hände mit (Tab. 1 und 2). Die allometrische Analyse wurde von mir durch t -Probe — trotzdem, daß ich zwischen den beiden Händen auch signifikante Unterschiede gefunden habe (In den Untersuchungen von T h o m a (1954) und M a t z d o r f f (1967) ist im allgemeinen die linke Hand größer, jedoch ist bei dem ersten Autor der Unterschied nicht signifikant, und letzterer hat keine Signifikanz berechnet; E i b e n (1967) fand zwischen den beiden Händen ebenfalls keinen signifikanten Unterschied) — aufgrund der folgenden Bedenken bloß bezüglich der rechten Hand durchgeführt, indem ich die Maße in der folgenden Reihenfolge festgelegt habe: Körpergröße, Handlänge, Handbreite I, Handbreite II, Handbreite III, als unabhängige Veränderliche habe ich stets das in der gegebenen Reihenfolge vorangehende Maß gewählt. Bei jeder Altersgruppe sowohl der Knaben wie der Mädchen besteht es, daß die in der Reihenfolge erste signifikante Abweichung bloß von einer signifikanten Abweichung gefolgt wird, so daß bei den Breitenmaßen der Hand das Signifikanzniveau nicht ansteigt (Tab. 3). So lassen sich die Abweichungen zwischen der rechten und der linken Hand in die folgenden drei Gruppen reihen:

1. Gibt es bei keiner der Veränderlichen eine signifikante Abweichung, so fällt der Verrichtung der Berechnungen bei beiden Händen keine Bedeutung zu.

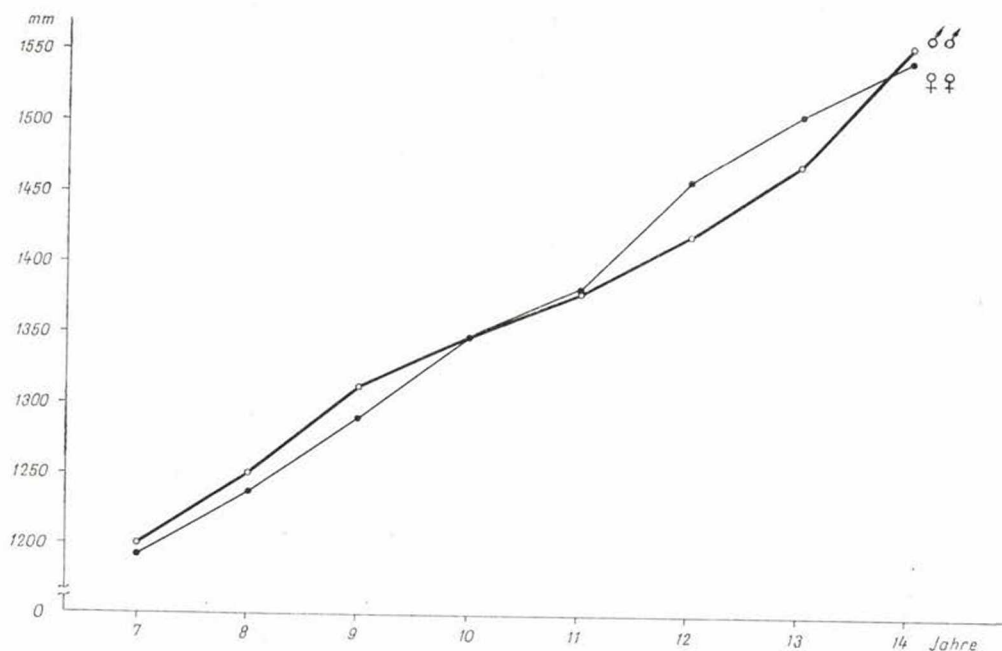


Abb. 1. Wachstumskurven der Körpergröße bei Mädchen und Knaben

2. Gibt es bloß bei der abhängenden Veränderlichen eine signifikante Abweichung, so ist die Allometrie — in der Kenntnis, daß die Maße der linken Hand (in meinen eigenen Untersuchungen) die kleineren sind — für die linke Hand nicht positiver als bei der rechten Hand, d.h. sie bleibt in jedem Falle negativ.

3. Ist in beiden Veränderlichen die Abweichung signifikant, so wächst im Sinne des oben gesagten (siehe Punkt 2) die bekannte negative Allometrie der linken Hand nicht.

Auf den Abb. 1–5 sind die metrischen Angaben der Knaben und Mädchen dargestellt. Während die Längsmaße (Körpergröße, Handlänge) bei den Mädchen im 11–14. Lebensjahr die Werte der 12jährigen Knaben übertreffen, nähern sich die Werte in bezug der Breitenmaße die der Knaben an bzw. erreichen sie (Handbreite I).

Bei der allometrischen Analyse ergab sich eine positive Allometrie — sowohl bei den Knaben als auch bei den Mädchen — bloß bei dem Vergleich der Körpergröße und der Handlänge. Demnach wächst die Länge der Hand rascher als die Körpergröße (Tab. 4 und Abb. 6). Bei sämtlichen übrigen Maßen ist hingegen die Allometrie negativ und in dem fixierten unabhängigen Veränderlichen nimmt den Maßen der Hand entsprechend auch der Wert der allometrischen Konstante ab (Tab. 4 und Abb. 7–15).

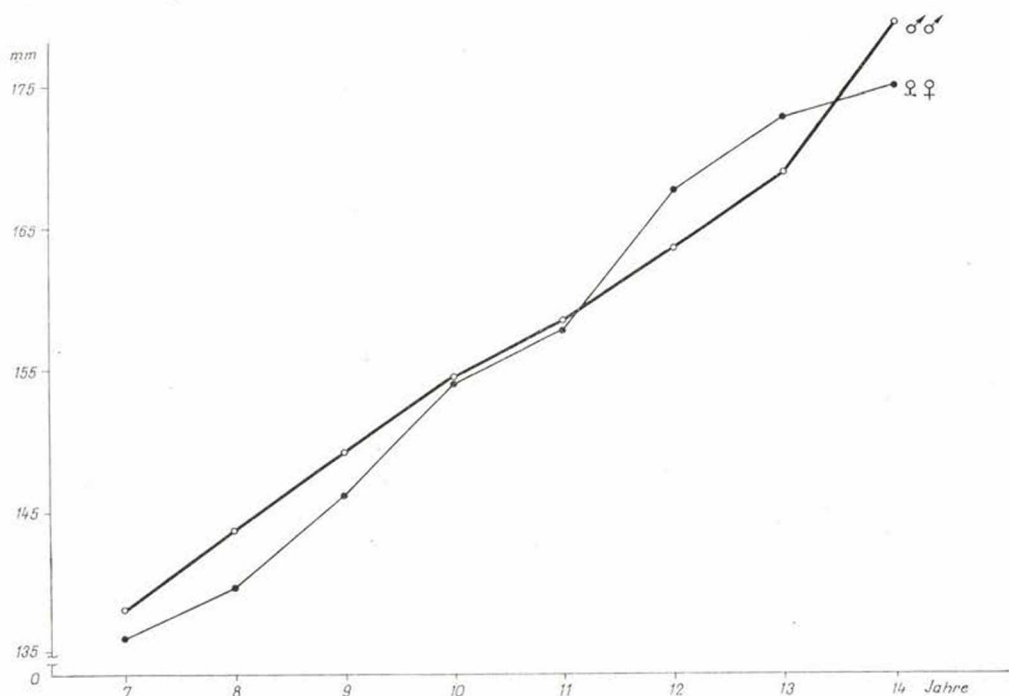


Abb. 2. Wachstumskurven der Handlänge bei Mädchen und Knaben: rechte Hand

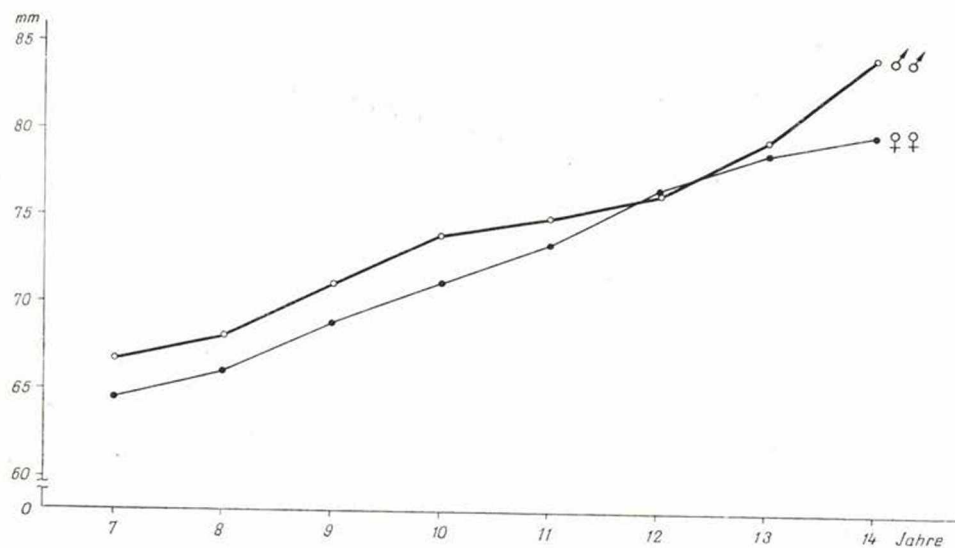


Abb. 3. Wachstumskurven der Handbreite I bei Mädchen und Knaben: rechte Hand

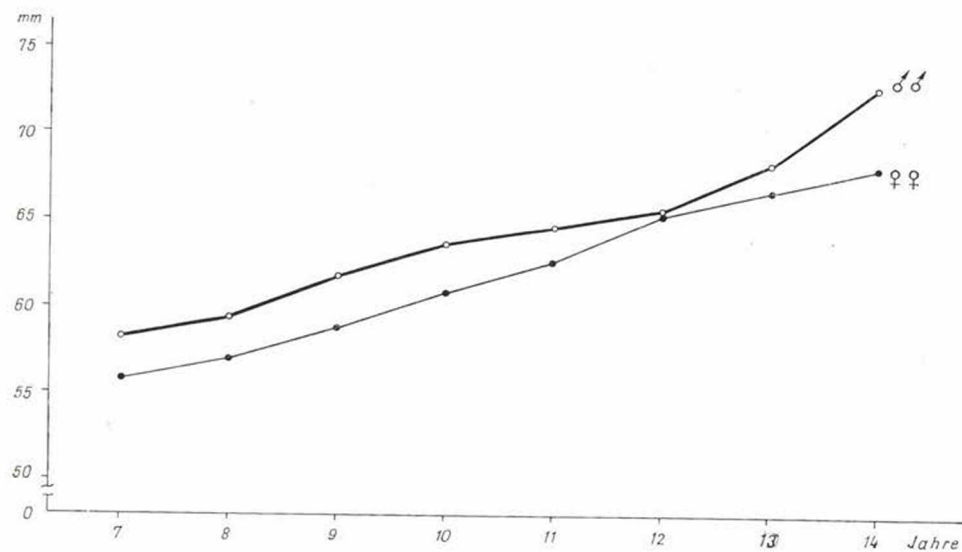


Abb. 4. Wachstumskurven der Handbreite II bei Mädchen und Knaben: rechte Hand

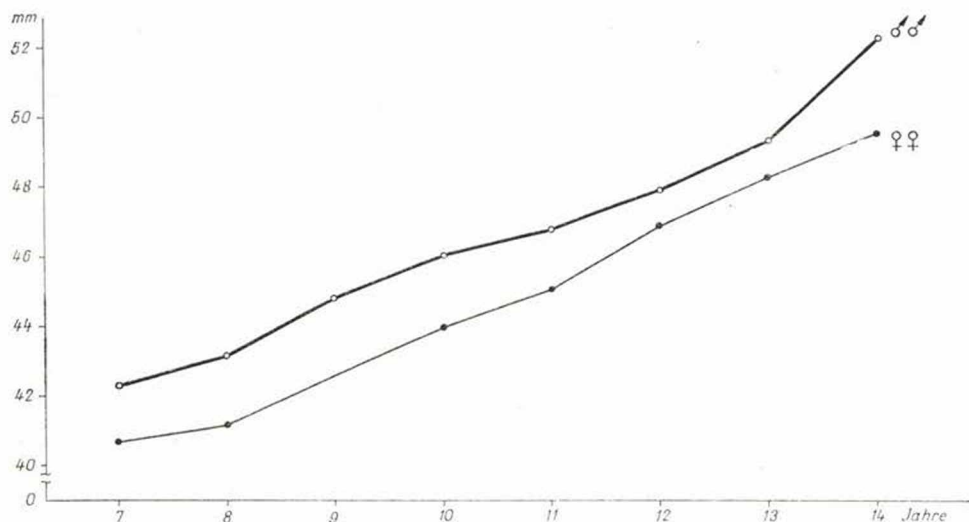


Abb. 5. Wachstumskurven der Handbreite III bei Mädchen und Knaben: rechte Hand

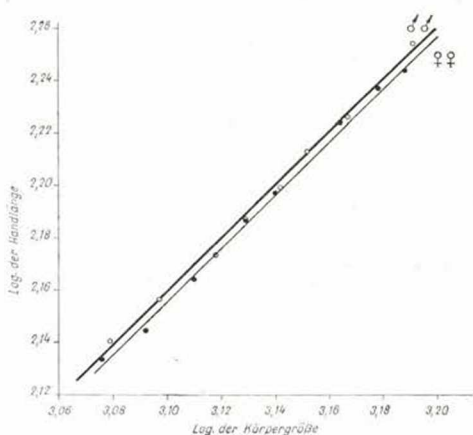


Abb. 6. Wachstumsallometriergeraden der Körpergröße und Handlänge

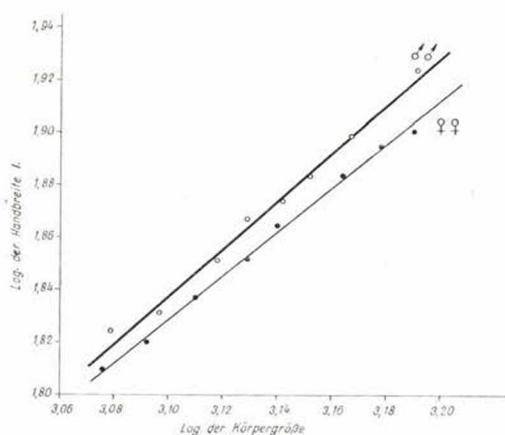


Abb. 7. Wachstumsallometriergeraden der Körpergröße und Handbreite I

Die Linearität der allometrischen (Regressions-) Geraden untersuchend ergaben sich derartig signifikante Werte, daß mit Gewißheit behauptet werden kann: es gibt bei dem Vergleich der Maße der Körpergröße, der Handlänge und -breite keine bedeutende Wachstumsintensitätsschwankung, was zugleich auch so viel zu bedeuten hat, daß diese stochastischen Zusammenhänge unsere Gleichung gut annähern. Alcobé und Prevosti (1951), die gleichfalls die allometrische Entwicklung von 7–14 jährigen Kindern untersucht haben, konnten bei dem Ver-

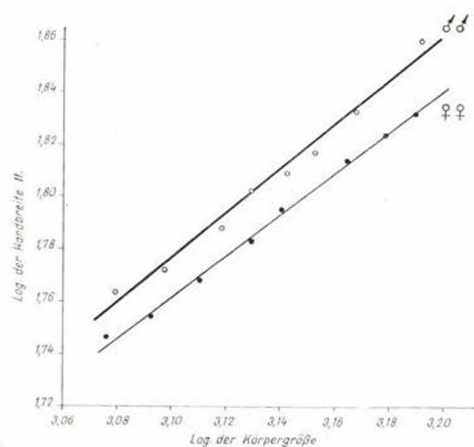


Abb. 8. Wachstumsallometriegeralen der Körpergröße und Handbreite II

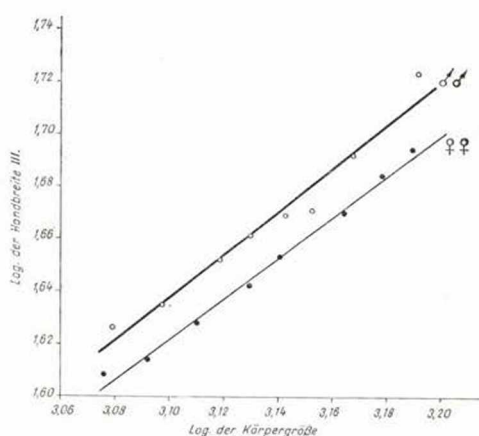


Abb. 9. Wachstumsallometriegeralen der Körpergröße und Handbreite III

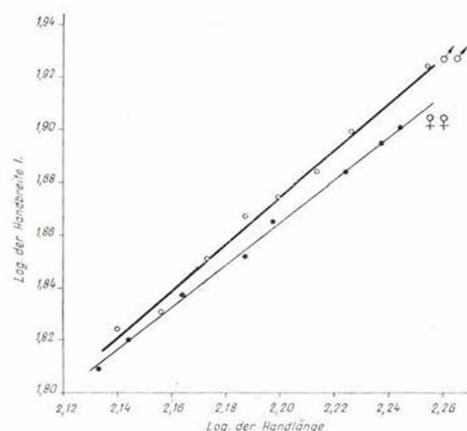


Abb. 10. Wachstumsallometriegeralen der Handlänge und Handbreite I

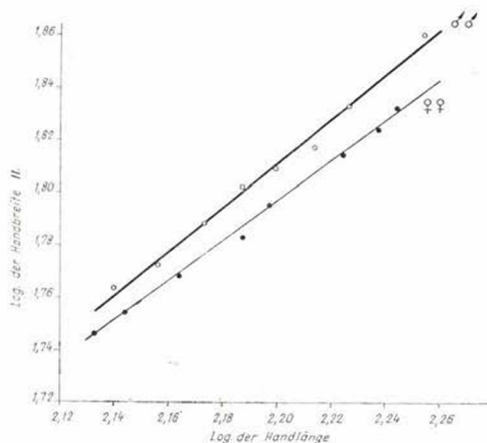


Abb. 11. Wachstumsallometriegeralen der Handlänge und Handbreite II

gleich der Körpergröße, der Iliospinalhöhe, der ganzen Armlänge, der Biakromial- und Bicristalbreite zwei Wachstumsperioden unterscheiden. Die ganze Armlänge und die Iliospinalhöhe zeigt in beiden Perioden eine positive Allometrie, jedoch in der zweiten Periode haben die allometrischen Konstanten einen niedrigeren Wert als in der ersten. Die Körpergröße wächst also auch in diesem Falle rascher, doch nimmt der Unterschied ab. Bei der Biakromial- und Bicristalbreite ist die Allometrie negativ, jedoch die Lage umgekehrt, in der zweiten Periode fällt ihre Wachstumsintensität zurück.

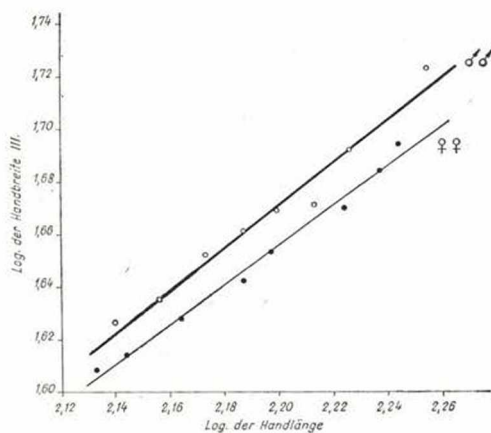


Abb. 12. Wachstumsallometriegerade der Handlänge und Handbreite III

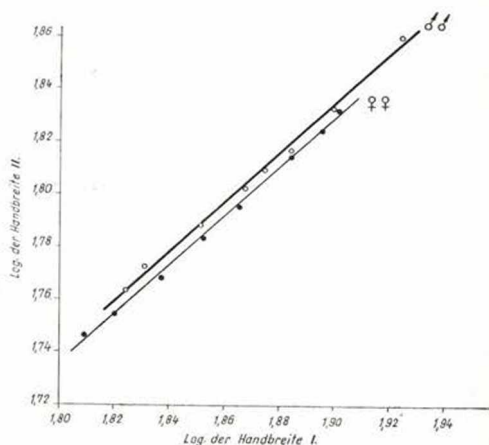


Abb. 13. Wachstumsallometriegerade der Handbreite I und Handbreite II

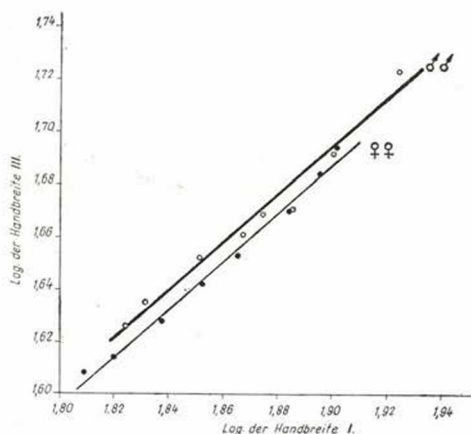


Abb. 14. Wachstumsallometriegerade der Handbreite I und Handbreite III

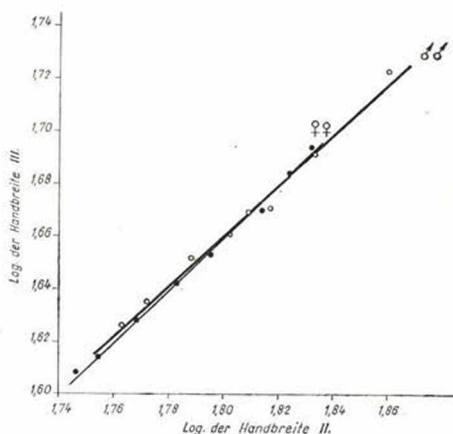


Abb. 15. Wachstumsallometriegerade der Handbreite II und Handbreite III

Die Abweichungen in den Werten der allometrischen Konstanten bei Knaben und Mädchen habe ich mit Hilfe der im Buche von Hald (1962) beschriebenen exakten Probe analysiert.

Das Wachstum der Hände von Knaben und Mädchen unterscheidet sich voneinander trotz der in der steilen Linie (Abb. 6–15) ihrer allometrischen Geraden – in ihren allometrischen Konstanten (Tab. 4) – sich zeigenden Abweichungen nicht signifikant.

Dem Mathematiker G. Folly spreche ich für seine wertvollen Ratschläge auch an dieser Stelle meinen Dank aus.

Zusammenfassung

Der Verfasser untersuchte an 1228 Kindern im 7–14. Lebensjahr das allometrische Wachstum der Hände. Eine positive Allometrie hat sich nur im Zusammenhang der Körpergröße-Handlänge gezeigt, — d.h. die Länge der Hand nimmt rascher zu als die Körpergröße —, bei den übrigen Maßen ist die Allometrie hingegen negativ. Zwischen dem Wachstum der Hand bei den Knaben und Mädchen gibt es keinen signifikanten Unterschied.

SCHRIFTTUM

- Alcobé, S. — Prevosti, A. 1951. Versuch einer Analyse des allometrischen Wachstums beim Menschen. *Homo*. **2**: 15–19.
- Eiben, O. 1967. Handformuntersuchungen. *Mitt. d. Sek. Anthropol.* **21**: 23–42.
- Hald, A. 1962. *Statistical theory with engineering applications*. John Wiley and Sons, New York. 783 p.
- Huxley, J. S. — Teissier, G. 1936. Terminology of relative growth. *Nature*. **127**: 780–781.
- Matzdorf, I. 1967. Metrische und allometrische Wachstumsuntersuchungen an der menschlichen Hand. *Z. Morph. Anthropol.* **59**: 158–184.
- Röhrs, M. 1961. Allometrieforschung und biologische Formanalyse. *Z. Morph. Anthropol.* **51**: 289–321.
- Schlaginhaufen, O. 1932–33. Beobachtungen über die Handform bei Schweizern. *Bull. Schweiz. Ges. Anthropol. Ethnol.* **9**: 29–59.
- Thomas, A. 1952. Kézformavizsgálatok. Recherches sur la forme de la main. *Ann. Biol. Univ. Hung.* **2**: 289–309.

Die wichtigsten Parameter von Mädchen

Alter	N	Parameter	Körpergröße	Handlänge (rechts)	Handbreite I (rechts)	Handbreite II (rechts)	Handbreite III (rechts)	Handlänge (links)	Handbreite I (links)	Handbreite II (links)	Handbreite III (links)
7	48	$V_{\min-\max}$ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ s	1077 – 1361 1192,10 \pm 8,57 59,37	115 – 152 135,98 \pm 1,06 7,37	58 – 73 64,48 \pm 0,45 3,12	50 – 63 55,83 \pm 0,44 3,06	36 – 46 40,65 \pm 0,34 2,37	119 – 155 136,29 \pm 1,08 7,49	57 – 70 64,27 \pm 0,46 3,17	49 – 61 54,92 \pm 0,42 2,92	35 – 46 39,79 \pm 0,31 2,14
8	69	$V_{\min-\max}$ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ s	1106 – 1344 1237,71 \pm 6,34 52,68	123 – 151 139,58 \pm 0,75 6,22	57 – 72 66,09 \pm 0,38 3,19	47 – 63 56,90 \pm 0,35 2,94	36 – 48 41,16 \pm 0,28 2,34	120 – 154 140,45 \pm 0,81 6,75	60 – 72 65,78 \pm 0,35 2,91	49 – 63 56,35 \pm 0,35 2,92	35 – 48 40,48 \pm 0,28 2,34
9	85	$V_{\min-\max}$ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ s	1171 – 1385 1289,20 \pm 6,35 58,52	132 – 161 146,13 \pm 0,73 6,70	60 – 78 68,85 \pm 0,40 3,72	50 – 66 58,80 \pm 0,35 3,19	37 – 48 42,57 \pm 0,27 2,47	130 – 160 146,38 \pm 0,74 6,85	61 – 77 68,34 \pm 0,39 3,60	52 – 64 57,75 \pm 0,30 2,81	37 – 46 41,35 \pm 0,25 2,33
10	81	$V_{\min-\max}$ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ s	1140 – 1522 1347,04 \pm 7,70 69,33	132 – 176 153,95 \pm 0,99 8,90	61 – 80 71,17 \pm 0,48 4,30	52 – 70 60,80 \pm 0,41 3,70	39 – 53 43,94 \pm 0,33 2,96	131 – 178 154,15 \pm 1,03 9,27	60 – 81 70,20 \pm 0,47 4,26	52 – 71 59,52 \pm 0,42 3,78	38 – 51 42,36 \pm 0,31 2,79
11	67	$V_{\min-\max}$ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ s	1254 – 1559 1382,84 \pm 7,70 63,00	143 – 179 157,72 \pm 0,93 7,59	65 – 82 73,39 \pm 0,46 3,76	56 – 73 62,48 \pm 0,43 3,53	40 – 55 45,06 \pm 0,34 2,75	140 – 182 157,25 \pm 0,92 7,51	64 – 84 72,49 \pm 0,50 4,10	54 – 73 61,15 \pm 0,45 3,66	38 – 54 43,67 \pm 0,34 2,79
12	68	$V_{\min-\max}$ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ s	1324 – 1588 1460,44 \pm 7,66 63,14	153 – 191 167,68 \pm 1,00 8,26	68 – 84 76,54 \pm 0,47 3,44	56 – 73 65,28 \pm 0,43 3,52	39 – 53 46,87 \pm 0,34 2,78	146 – 188 166,78 \pm 1,02 8,41	67 – 86 76,54 \pm 0,45 3,68	56 – 73 64,24 \pm 0,42 3,47	39 – 53 45,76 \pm 0,35 2,86
13	74	$V_{\min-\max}$ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ s	1354 – 1622 1506,19 \pm 6,87 59,05	155 – 192 172,88 \pm 0,96 8,24	70 – 89 78,64 \pm 0,43 3,69	60 – 74 66,72 \pm 0,38 3,25	44 – 55 48,24 \pm 0,31 2,64	157 – 189 172,57 \pm 0,95 8,21	68 – 89 78,46 \pm 0,41 3,56	59 – 76 65,95 \pm 0,41 3,57	42 – 55 46,97 \pm 0,29 2,50
14	89	$V_{\min-\max}$ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ s	1423 – 1692 1545,54 \pm 5,63 53,15	153 – 197 175,08 \pm 0,89 8,38	71 – 88 79,76 \pm 0,45 4,22	60 – 75 68,00 \pm 0,38 3,62	43 – 56 49,55 \pm 0,32 3,04	156 – 199 175,52 \pm 0,89 8,42	73 – 89 79,38 \pm 0,44 4,12	61 – 75 66,98 \pm 0,38 3,57	42 – 54 47,95 \pm 0,31 2,93

Die wichtigsten Parameter von Knaben

Alter	N	Parameter	Körpergröße	Handlänge (rechts)	Handbreite I (rechts)	Handbreite II (rechts)	Handbreite III (rechts)	Handlänge (links)	Handbreite I (links)	Handbreite II (links)	Handbreite III (links)
7	64	$V_{\min-\max}$ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ s	1074 – 1323 1200,00 ± 6,33 50,67	124 – 154 138,11 ± 0,88 7,01	57 – 77 66,77 ± 0,48 3,86	50 – 67 58,11 ± 0,38 3,07	36 – 48 42,30 ± 0,31 2,45	121 – 155 138,25 ± 0,90 7,22	57 – 76 66,22 ± 0,48 3,80	50 – 65 57,23 ± 0,40 3,16	36 – 49 41,30 ± 0,30 2,39
8	83	$V_{\min-\max}$ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ s	1136 – 1386 1251,46 ± 6,42 58,48	125 – 168 143,63 ± 0,94 8,58	60 – 77 67,96 ± 0,43 3,89	51 – 67 59,25 ± 0,40 3,61	36 – 50 43,12 ± 0,31 2,78	128 – 170 143,88 ± 0,95 8,61	59 – 77 67,65 ± 0,39 3,55	51 – 67 58,40 ± 0,36 3,40	34 – 49 42,23 ± 0,30 2,74
9	80	$V_{\min-\max}$ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ s	1160 – 1450 1312,47 ± 6,94 62,04	130 – 169 149,09 ± 0,89 7,95	63 – 80 71,07 ± 0,43 3,87	54 – 69 61,72 ± 0,37 3,33	38 – 51 44,80 ± 0,30 2,64	131 – 167 149,64 ± 0,90 8,06	63 – 79 70,72 ± 0,44 3,92	52 – 67 60,16 ± 0,36 3,25	37 – 48 43,39 ± 0,27 2,44
10	96	$V_{\min-\max}$ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ s	1185 – 1543 1347,66 ± 6,99 68,44	128 – 189 154,31 ± 0,96 9,36	66 – 87 73,72 ± 0,45 4,41	52 – 73 63,54 ± 0,39 3,87	37 – 53 46,01 ± 0,30 2,90	129 – 188 154,92 ± 0,94 9,24	61 – 88 73,10 ± 0,46 4,49	52 – 73 62,45 ± 0,39 3,83	37 – 54 44,85 ± 0,29 2,87
11	78	$V_{\min-\max}$ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ s	1194 – 1508 1380,47 ± 7,23 63,86	137 – 183 158,35 ± 1,00 8,86	66 – 88 74,88 ± 0,53 4,72	56 – 77 64,53 ± 0,46 4,06	41 – 58 46,78 ± 0,36 3,17	136 – 182 157,97 ± 0,98 8,65	65 – 88 73,96 ± 0,53 4,64	54 – 75 63,23 ± 0,44 3,91	39 – 55 45,36 ± 0,33 2,89
12	64	$V_{\min-\max}$ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ s	1298 – 1583 1421,47 ± 8,05 64,40	147 – 187 163,64 ± 0,99 7,92	69 – 88 76,33 ± 0,48 3,83	60 – 76 65,67 ± 0,42 3,35	43 – 56 47,91 ± 0,31 2,45	150 – 187 163,62 ± 0,98 7,81	67 – 86 76,00 ± 0,49 3,87	59 – 76 65,06 ± 0,42 3,32	42 – 55 46,50 ± 0,34 2,68
13	87	$V_{\min-\max}$ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ s	1338 – 1655 1469,13 ± 7,97 74,34	150 – 191 168,85 ± 1,12 10,48	70 – 90 79,37 ± 0,50 4,70	61 – 79 68,28 ± 0,46 4,31	44 – 56 49,33 ± 0,34 3,13	147 – 192 168,91 ± 1,10 10,29	69 – 93 79,10 ± 0,51 4,80	60 – 76 67,40 ± 0,43 3,99	44 – 56 48,17 ± 0,33 3,05
14	95	$V_{\min-\max}$ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ s	1350 – 1761 1555,80 ± 9,02 87,88	155 – 210 179,60 ± 1,15 11,18	72 – 95 84,14 ± 0,58 5,62	62 – 86 72,69 ± 0,51 4,94	46 – 63 52,91 ± 0,36 3,48	154 – 209 179,68 ± 1,17 11,37	69 – 98 84,06 ± 0,59 5,79	60 – 86 71,48 ± 0,49 4,77	45 – 61 51,47 ± 0,35 3,45

Tabelle I.

Signifikanzschwelle zwischen den rechten und linken Händen

Alter	KNABEN				MÄDCHEN			
	Handlänge	Handbreite I	Handbreite II	Handbreite III	Handlänge	Handbreite I	Handbreite II	Handbreite III
7	p > 0,5	p < 0,05	p < 0,001	p < 0,001	p > 0,4	p > 0,3	p < 0,001	p < 0,001
8	p > 0,3	p > 0,05	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,01	p > 0,1	p < 0,01	p < 0,001
9	p < 0,05	p > 0,05	p < 0,001	p < 0,001	p > 0,3	p < 0,01	p < 0,001	p < 0,001
10	p < 0,02	p < 0,01	p < 0,001	p < 0,001	p > 0,5	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
11	p > 0,2	p < 0,01	p < 0,001	p < 0,001	p > 0,2	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
12	p > 0,9	p > 0,1	p < 0,01	p < 0,001	p < 0,02	p > 0,9	p < 0,001	p < 0,001
13	p > 0,8	p > 0,2	p < 0,001	p < 0,001	p > 0,3	p > 0,4	p < 0,001	p < 0,001
14	p > 0,7	p > 0,7	p < 0,001	p < 0,001	p > 0,1	p < 0,05	p < 0,001	p < 0,001

Tabelle III.

Allometrische Konstanten bei 7 – 14 jährigen Kindern

Die Parameter der Gleichung $\log y = \log b + a \log x$		♂♂		♀♀		Signifikanzschwelle
log y	log x	a	log b	a	log b	
Körpergröße – Handlänge		1,015	0,103	1,026	0,094	p > 0,9
Körpergröße – Handbreite I		0,915	0,100	0,843	0,164	p > 0,8
Körpergröße – Handbreite II		0,856	0,133	0,793	0,202	p > 0,8
Körpergröße – Handbreite III		0,826	0,119	0,777	0,164	p > 0,9
Handlänge – Handbreite I		0,892	0,815	0,811	1,203	p > 0,8
Handlänge – Handbreite II		0,850	0,872	0,764	1,307	p > 0,8
Handlänge – Handbreite III		0,815	0,755	0,754	0,994	p > 0,8
Handbreite I – Handbreite II		0,951	0,107	0,935	1,128	p > 0,9
Handbreite I – Handbreite III		0,915	0,903	0,922	0,864	p > 0,9
Handbreite II – Handbreite III		0,962	0,850	0,988	0,956	p > 0,9

Tabelle IV.